

## РАЗДЗЕЛ 4

# ПАСТАЯННЫ ЭЛЕКТРЫЧНЫ ТОК

**Пастаянны ток** — мадэль электрычнага току, у якой сіла току не залежыць ад часу пры нязменным размеркаванні зараду ў правадніку.

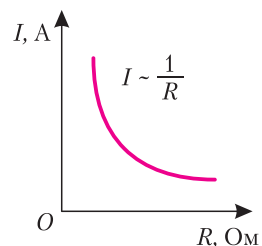
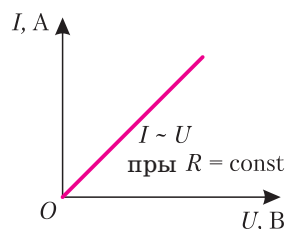
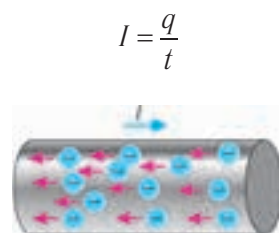
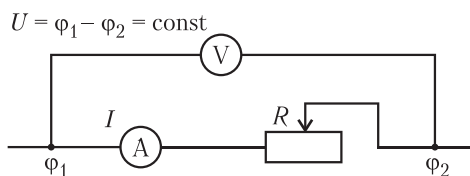
Тэрмін «электрычны ток» і азначэнне напрамку току ўведзены Андрэ Мары Амперам у 1820 г.

**Электрычны ток** — накіраваны (упарадкаваны) рух зараджаных часціц — носьбітаў зараду.

- Сіла току — фізічная скалярная велічыня, роўная адносінам зараду, які прайшоў праз папярочнае сячэнне правадніка за некаторы прамежак часу, да гэтага прамежку часу.
- За напрамак электрычнага току ўмоўна прыняты напрамак упарадкаванага руху дадатна зараджаных часціц.
- Сіла току на аднародным участку ланцуга прама прапарцыянальная напружанню, прыкладзенаму да гэтага ўчастка, і адваротна прапарцыянальная яго супраціўленню:

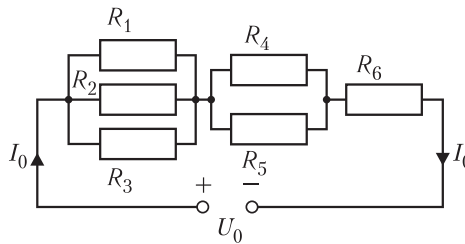
$$I = \frac{U}{R}.$$

(Закон Ома для ўчастка электрычнага ланцуга.)



Супраціўленне правадніка прама прапарцыянальнае яго даўжыні і адваротна прапарцыянальнае плошчы папярочнага сячэння:  $R = \rho \frac{l}{S}$ .

Злучэнне праваднікоў



паслядоўнае

$$I_0 = I_{123} = I_{45} = I_6$$

$$U_0 = U_{123} + U_{45} + U_6$$

$$R_0 = R_{123} + R_{45} + R_6$$

паралельнае

$$I_{123} = I_1 + I_2 + I_3; I_{45} = I_4 + I_5$$

$$U_{123} = U_1 = U_2 = U_3; U_{45} = U_4 = U_5$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{123}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \\ \Rightarrow R_{123} &= \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \\ \frac{1}{R_{45}} &= \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \Rightarrow R_{45} = \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5} \end{aligned}$$

У 8-м класе вы навучыліся збіраць электрычныя ланцугі і ведаеце, што абавязковымі іх зв'язамі з'яўляюцца крыніца току і спажывец. Крыніца току забяспечвае патрэбнае напружанне на спажывацы — прыладзе, у якой трэба стварыць электрычны ток і выкарыстаць нейкія з яго дзеянняў: цеплавае, хімічнае, магнітнае, светлавае. У дадзеным раздзеле мы разгледзім умовы існавання току і працэсы, якія адбываюцца ў электрычным ланцугу, уявім характарыстыкі крыніцы току. Гэта стала магчымым пасля вывучэння характарыстык электростатычнага поля.

## § 25. Умовы існавання пастаяннага электрычнага току. Пабочныя сілы. ЭРС крыніцы току

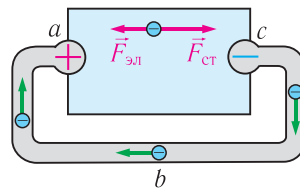
Для ўзнікнення электрычнага току патрэбна наяўнасць свабодных зараджаных часціц, здольных перамяшчацца па правадніку пад дзеяннем сілы электрычнага поля. Такія электрычны ток называюць токам праваднасці. Што ж забяспечвае існаванне электрычнага току ў правадніку на працягу доўгага прамежку часу?

**Умовы існавання пастаяннага электрычнага току.** Для падтрымання ў правадніку пастаяннага электрычнага току неабходна, каб праваднік з'яўляўся часткай замкнутага ланцуга. Але вы ведаеце, што работа электростатычнага поля пры перамяшчэнні электрычнага зараду па замкнутым контуры роўная нулю. Значыць, у ланцугу павінен быць участак, на якім ажыццяўляецца работа па перамяшчэнні зараду супраць сіл электрычнага поля. Такім участкам з'яўляецца крыніца току.

Разгледзім замкнуты электрычны ланцуг, які складаецца з крыніцы току (участак  $ac$ ) і металічнага правадніка (участак  $abc$ ) (мал. 130).

У правадніку  $abc$  свабодныя электроны пад дзеяннем сіл электрычнага поля перамяшчаюцца ад пункта  $c$  да пункта  $a$ . Каб рух носбітаў зараду ў ланцугу быў працяглым, электроны ад пункта  $a$  павінны перамяшчацца да пункта  $c$ . Самаадвольна такое перамяшчэнне электронаў адбывацца не можа, бо на іх у супрацьлеглым напрамку (ад пункта  $c$  да пункта  $a$ ) дзейнічае сіла электрычнага поля  $\vec{F}_{эл}$  (гл. мал. 130). Рух электронаў у напрамку, супрацьлеглым напрамку сілы электрычнага поля, магчымы толькі пад дзеяннем сілы  $\vec{F}_{паб}$  неэлектростатычнага паходжання, якая атрымала назву *пабочная сіла*.

**Пабочныя сілы.** Пабочныя сілы дзейнічаюць на зараджаныя часціцы толькі ўнутры крыніцы току, выконваючы работу па раздзяленні дадатных і адмоўных зарадаў. У выніку такога падзелу на адным полюсе крыніцы току назапашваюцца дадатныя зарады, а на другім — адмоўныя, што прыводзіць да ўзнікнення электрычнага поля. Гэтае поле, дзейнічаючы сілай на свабодныя электроны, прымушае іх рухацца ў электрычным ланцугу па-за крыніцай току. Такім чынам, дзеянне электрычнай сілы прыводзіць да злучэння рознаіменных



Мал. 130

а



б



в



Мал. 131

зарадаў і памяншэння рознасці патэнцыялаў, тады як дзеянне пабочнай сілы прыводзіць да раздзялення рознаіменных зарадаў і падтрымання рознасці патэнцыялаў на полюсах крыніцы току.

У хімічных крыніцах току (гальванічных элементах, акумулятарах) (мал. 131, а) раздзяленне зарадаў адбываецца падчас хімічных рэакцый, у электрамеханічных індукцыйных генератарах (мал. 131, б) — пры выкананні механічнай работы, у сонечных батарэях (мал. 131, в) — пад уздзеяннем энергіі сонечнага выпраменьвання і г. д.

Участак ланцуга, дзе зарады рухаюцца пад дзеяннем толькі электрычнай сілы, называюць *знешнім* (розныя спажывыцы электрычнага току, злучальныя правады, вымяральныя прыборы). Участак ланцуга, дзе зарады рухаюцца пад дзеяннем пабочнай і электрычнай сіл, называюць *унутраным* (крыніца току).

**Электрарухаючая сіла крыніцы току.** Асноўнай характарыстыкай крыніцы току з'яўляецца *электрарухаючая сіла* (ЭРС)\*. Абазначаюць яе  $\mathcal{E}$ .

**ЭРС** — фізічная скалярная велічыня, роўная адносінам работы пабочнай сілы па перамяшчэнні дадатнага электрычнага зараду ўнутры крыніцы току ад яго адмоўнага полюса да дадатнага да значэння гэтага зараду:

$$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{паб}}}{q} \quad (25.1)$$

Параўнаўшы формулы  $U_{12} = \frac{A_{12}}{q_0}$  і (25.1), можна зрабіць выснову, што адзінкай вымярэння ЭРС у СІ з'яўляецца вольт (В).

Такім чынам, ЭРС лікава роўная рабоце пабочнай сілы па перамяшчэнні адзінкавага зараду ўнутры крыніцы току паміж яго полюсамі (дадатнага зараду ад адмоўнага полюса да дадатнага, адмоўнага зараду, наадварот, ад дадатнага полюса да адмоўнага).



\* Тэрмін «электрарухаючая сіла» не зусім удалы, бо ў дадзеным выпадку гаворка не ідзе ні пра якую сілу, вымераную ў ньютанах. Таму надалей мы будзем выкарыстоўваць толькі скарачаную назву ЭРС.

**Ад тэорыі да практыкі**

Сіла току ў ланцугу  $I = 1,5$  А. Якую работу выконвае пабочная сіла за прамяжак часу  $t = 1,0$  мін, калі ЭРС крыніцы току  $\mathcal{E} = 6,0$  В?



Для існавання пастаяннага электрычнага току ў правадніку патрэбна, каб:

- праваднік з'яўляўся часткай замкнутага ланцуга;
- ланцуг змяшчаў крыніцу току, якая стварае і падтрымлівае ў правадніку электрычнае поле на працягу доўгага прамежку часу

Унутры крыніцы току перанос носбітаў зараду супраць сілы электрычнага поля ажыццяўляе сіла неэлектростатычнага паходжання, якую называюць пабочнай сілай

Участак ланцуга, дзе носбіты зараду рухаюцца пад дзеяннем толькі электрычнай сілы, называюць знешнім

Участак ланцуга, дзе носбіты зараду рухаюцца пад дзеяннем пабочнай і электрычнай сіл, называюць унутраным

ЭРС — фізічная скалярная велічыня, роўная адносінам работы пабочнай сілы па перамяшчэнні дадатнага электрычнага зараду ўнутры крыніцы току ад яго адмоўнага полюса да дадатнага да значэння гэтага зараду:

$$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{паб}}}{q}$$



1. Якія ўмовы існавання электрычнага току?
2. Якія сілы называюць пабочнымі?
3. Якая роля крыніцы току ў электрычным ланцугу?
4. Што называюць знешнім участкам электрычнага ланцуга? унутраным?
5. Які напрамак упарадкаванага руху свабодных электронаў на знешнім і ўнутраным участках ланцуга?
6. Што называюць ЭРС крыніцы току?

